



TITLE:

大規模天然ダムの越流決壊の解析 と応急対応の検討(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

石塚, 忠範

CITATION:

石塚, 忠範. 大規模天然ダムの越流決壊の解析と応急対応の検討. 京都大学, 2017, 博士(農学)

ISSUE DATE:

2017-05-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r13114>

RIGHT:

(続紙 1)

京都大学	博士 (農 学)	氏名	石塚 忠範
論文題目	大規模天然ダムの越流決壊の解析と応急対応の検討		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>深層崩壊や地すべり等による崩壊土砂が河道を塞ぐことで形成される天然ダムは、越流決壊により、土砂を伴った大規模な洪水流出を引き起こす可能性が大きく、これまで国内外で甚大な被害をもたらしてきた。天然ダムの越流決壊過程の解明と対応策の立案・実施に関しては、現在、以下のような課題が残されている。</p> <p>① 天然ダム決壊に伴う被害範囲の予測精度を向上していく上では、決壊前後における地形形状や堤体材料の物性の変化に関するデータを蓄積し、越流侵食の実態を明らかにすることが求められるが、特に大規模天然ダムに関しては、ほとんど知見が得られていない。</p> <p>② 天然ダムの越流決壊現象を数値的に解析するモデルの開発は、これまで主に水路実験から得られた知見に基づき行われてきたが、実験方法の妥当性や実験による実現象の再現性については、現地観測データがほとんど無いために十分な検証が行われていない。</p> <p>③ 天然ダム越流決壊現象に関する数値シミュレーションの検証は、主として、古い時代に発生した事例や、天然ダム形成直後に決壊した小規模な事例を用いて行われてきた。このため、特に大規模天然ダムについて、詳細な地形情報や映像資料に基づくモデルの検証が不十分である。</p> <p>④ 大規模天然ダムの決壊に伴う洪水を完全に防ぐことは極めて困難であることから、ソフト対策（警戒・避難）や減災を目的としたハード対策が重要となる。しかしながら、天然ダム形成後に行われた警戒・避難の取り組みについて、その実態の検証や課題の検討が行われた事例は極めて乏しい。また、洪水流量の逓減やピークの遅延を目的とした応急対策工の配置・施工に関する知見が不足している。</p> <p>以上のことから本研究では、インドネシアのアンボン島において2012年7月に形成され翌年7月に決壊した天然ダムを対象として、越流決壊過程の解析と応急対応の検討を行った。この天然ダムは、高さ137 m、湛水容量約2,500万m³に及ぶ大規模なものである。</p> <p>上記した①の課題に対しては、衛星データに基づく数値地形モデル（衛星DEM）を用いた地形解析に加え、氾濫・堆積状況に関する現地調査および土質試験を実施し、決壊洪水の総流出量やピーク流量に支配的な影響を及ぼす、決壊前後の縦断形状変化やダム堤体粒度構成変化を明らかにした。また、規模の異なる他の天然ダムと比較を行い、縦断形状や粒度構成の変化に差異が見られることを明らかにし、大規模天然ダムの越流侵食モデルや</p>			

応急対応の精度向上を図る上で重要な知見を得た。

②の課題に対しては、現地映像資料の解析から、天然ダム上に建設された構造物の流出過程や水みちの発達過程、越流侵食に伴う堤体の縦断形状と湛水位の時間変化等を明らかにし、これまでほとんど知られていなかった天然ダム決壊洪水の発生・発達プロセスを解明した。その上で、これらの結果を水路実験等による既往研究の成果と比較したところ、両者の間の整合性が確かめられ、既往の知見の正当性を実スケールの現象に基づき証明することができた。

③の課題に対しては、天然ダム上における流れの形態変化を考慮して越流侵食による水みちの発達過程を解くモデル（LADOFモデル）と、水と土砂の二次元な氾濫・堆積を解くモデルを組み合わせた数値シミュレーションを行い、大規模天然ダムの越流決壊過程の再現性を検証した。この際、LADOFモデルにおける河床条件を変化させることにより、天然ダム上に配置された構造物の影響を考慮した計算を行った。シミュレーション結果は、決壊洪水の氾濫範囲や最大流動深を良好に再現していた。また、モデルにより出力された天端標高、湛水位、下流河道の河床標高の時系列は、現地映像資料の解析結果と整合しており、決壊洪水の発生・発達プロセスについても十分な再現精度が得られることを示した。

④の課題に対しては、天然ダム形成から越流決壊発生までの期間における、関係機関の対応や住民の行動をヒアリング調査により明らかにすることによって、災害の特性や避難に関する情報の共有、被害の規模や切迫性の程度に応じた避難計画の立案といった、大規模天然ダムに対する適切なソフト対策を示した。さらに、LADOFモデルに構造物の倒壊過程を組み込んだ計算を行い、種々の施設配置による洪水流量低減や洪水ピーク遅延の効果を明らかにすることにより、減災を目的とした大規模天然ダム対策工の配置計画や施工計画の考え方を示した。

以上のように本研究は、大規模天然ダムの越流決壊過程の解析に基づき、危機管理において重要な役割を担う数値シミュレーションの精度向上に寄与する知見を得ると同時に、大規模天然ダムに対する的確な応急対応の方策を、ソフト対策ならびにハード対策の両面から提示した。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせ

て、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

深層崩壊や地すべり等に伴い、崩壊土砂が河道を塞いで発生する天然ダムは、越流決壊により、土砂を伴った大規模な洪水流出を引き起こす恐れがある。現状では、特に大規模な天然ダムについて研究が遅れており、防災・減災対策に関する多くの課題が残されている。本研究は、インドネシアで形成された大規模天然ダムを対象として、越流侵食の実態や決壊洪水の発生・発達プロセスを明らかにした上で、数値シミュレーションの精度検証ならびに応急対応に関する検討を行ったものである。本論文において評価できる主な点は、以下のとおりである。

1. 衛星データに基づく数値地形モデル（衛星DEM）を用いた地形解析、氾濫・堆積状況に関する現地調査、土質試験により、天然ダム決壊前後の縦断形状変化やダム堤体粒度構成変化を定量化し、大規模天然ダムの越流侵食の実態を詳細に解明した。
2. 現地映像資料の収集・解析を行い、これまでほとんど知られていなかった天然ダム決壊洪水の発生・発達プロセスを明らかにした上で、水路実験等による既往研究の成果との比較を行い、既往の知見の正当性を実スケールの現象解明に基づき証明した。
3. 越流侵食による水みちの発達過程を解くモデルと、水と土砂の二次元な氾濫・堆積を解くモデルを組み合わせた数値シミュレーションを実施した。その結果を、決壊洪水の氾濫範囲や最大流動深のみでなく、天然ダムの天端標高、湛水位、下流河道の河床標高の時間的な変化と比較することによって検証し、数値シミュレーションの有用性を示すことができた。
4. 災害発生までの現地関係機関の対応や住民の行動をヒアリング調査した結果に基づき、大規模天然ダムに対する適切なソフト対策を提示した。さらに、天然ダム上に設置した構造物の倒壊過程を組み込んだ数値シミュレーションを実施し、減災を目的とした大規模天然ダム対策工の配置計画や施工計画の考え方を提示した。

以上のように、本論文は、大規模天然ダムの越流決壊過程を解明し、効果的な応急対応の方策を提示したものであり、森林科学、山地保全学、土砂水理学、自然災害科学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成29年3月24日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降（学位授与日から3ヶ月以内）